

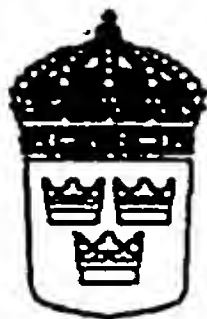
SVERIGE

(12) PATENTSKRIFT

(13) C2

(11) 524 587

(19) SE

(51) Internationell klass 7
A01J 5/013, G01N 21/01

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET

(45) Patent meddelat 2004-08-31
 (41) Ansökan allmänt tillgänglig 2004-08-19
 (22) Patentansökan inkom 2003-02-18
 (24) Löpdag 2003-02-18
 (82) Stamansökans nummer
 (86) Internationell ingivningsdag
 (86) Ingivningsdag för ansökan om europeisk patent
 (83) Deposition av mikroorganism

(21) Patentansöknings-
nummer 0300431-4

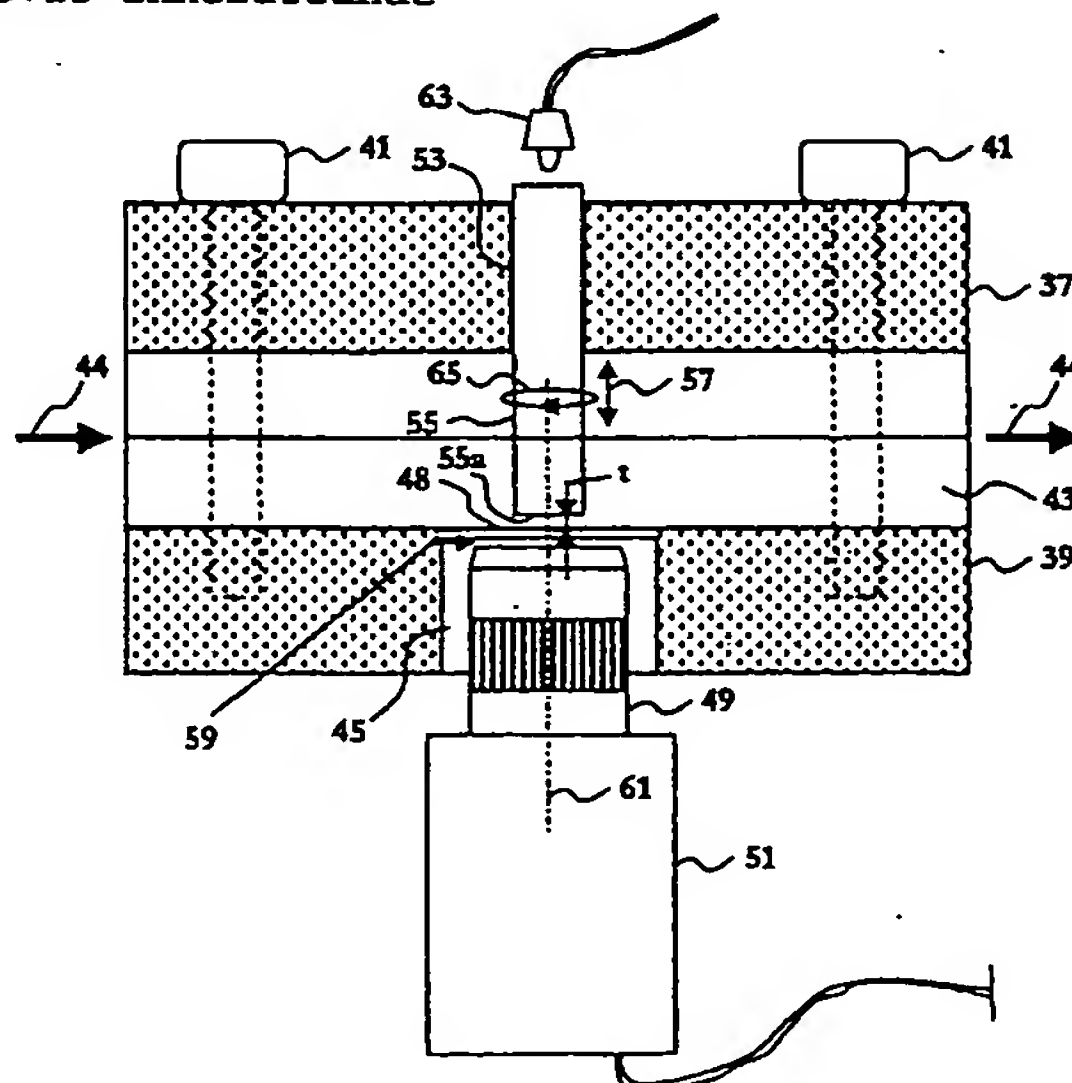
Ansökan inkommen som:

- ☒ svensk patentansökan
☐ fullföljd internationell patentansökan med nummer
☐ omvandlad europeisk patentansökan med nummer

(30) Prioritetsuppgifter
 - -

- (73) PATENTHAVARE DeLaval Holding AB, Box 39 147 21 Tumba SE
 (72) UPPFINNARE Nils Erik Holmertz, Huddinge SE, Epke Bosma, Tumba SE
 (74) OMBUD Kransell & Wennborg AB
 (54) BENÄMNING Förfarande och anordning för att räkna somatiska celler eller små fettdroppar i mjölk
 (56) ANFÖRDA PUBLIKATIONER: - - -
 (57) SAMMANDRAG:

Förfarande för att räkna somatiska celler eller små fettdroppar i mjölk online under mjölkning av ett automatiserat eller halvautomatiserat mjölkningssystem innefattande stegen att mjölk som mjölkas av mjölkningssystemet fås att strömma genom en mätkammare (59), mjölk som strömmar genom mätkammaren belyses och flertaliga tvådimensionella digitala avbildningar av belyst mjölk som strömmar genom mätkammaren registreras, varvid avbildningarna registreras genom ett linssystem (49) för att företrädesvis erhålla en spatial upplösning bättre än ca 5 mikroner på bilderna. Slutligen bestäms ett räknevärde, för somatiska celler eller små fettdroppar hos mjölken, från avbildningarna, medelst digital bildbehandling, företrädesvis innefattande användning av neurala nätverk.



SAMMANFATTNING

Förfarande för att räkna somatiska celler eller små
fettdroppar i mjölk online under mjölkning av ett
5 automatiserat eller halvautomatiserat mjölkningssystem
innefattande stegen att mjölk som mjölkas av
mjölkningssystemet fås att strömma genom en mätkammare (59),
mjölk som strömmar genom mätkammaren belyses och flertaliga
tvådimensionella digitala avbildningar av belyst mjölk som
10 strömmar genom mätkammaren registreras, varvid avbildningarna
registreras genom ett linssystem (49) för att företrädesvis
erhålla en spatial upplösning bättre än ca 5 mikroner på
bilderna. Slutligen bestäms ett räknevärde, för somatiska
celler eller små fettdroppar hos mjölken, från avbildningarna,
15 medelst digital bildbehandling, företrädesvis innefattande
användning av neurala nätverk.

Uppfinningens tekniska område

- 5 Föreliggande uppfinning avser allmänt mjölkplantbruk och mer specifikt förfaranden och anordningar för att räkna somatiska celler eller små fettdroppar i mjölk.

Beskrivning av besläktad teknik och uppfinningens bakgrund

- 10 En huvudsaklig orsak till förluster inom mjölkplantbruk är en infektion, känd som mastitis, som förekommer i ett djurs juver. Mastitis orsakas av en smittsam patogen organism som angriper juvret och skapar toxiner som är skadliga för bröstkörtlarna. Vanligtvis börjar mastitis i en
- 15 juverfjärdedel.

Somatiska celler, huvudsakligen vita blodkroppar och epitelceller, går in i bröstkörteln på grund av skador på det alveolära skiktet genom infektion eller kemisk irritation.

- 20 Räkning av somatiska celler som utsöndras i mjölken har blivit ett allmänt använt mått på bröstkörtelinflammation. De somatiska cellerna kan räknas genom mödosam direkt mikroskopimetod på infärgade mjölkutstryk, eller kan cellantalet bestämmas genom direkta kemiska tester. Andra
- 25 metoder mäter somatiska celler i mjölk indirekt, eller genom att bestämma koncentrationen av olika biprodukter från den inflammatoriska reaktionen.

- Det somatiska cellräknevärdet (SCC), vilket är antalet vita
- 30 blodkroppar per milliliter mjölk, ökar i mjölkbulktanken när mastitis sprider sig i hjorden. SCC-resultat används som internationell standard för att bestämma kvalitet och pris på mjölk. De flesta marknadsorganisationer och regionala myndigheter mäter regelbundet SCC på bulktanksmjölk och

använder resultaten för straffavdrag och/eller
prestationsbaserade betalningar. Höga SCC-resultat visar på
förekomst av mastitis i hjorden, vilket återspeglas i
bulktankens medelresultat. Bulktankens SCC är en bra indikator
5 på generell juverhälsa och ett hjälpmedel för att utvärdera
kontrollprogrammet för mastitis.

Det råder också ett starkt samband mellan bulkmjölakens SCC och
medelvärdet av räknevärdena för individuella djur. Det är inte
10 ovanligt att ett fåtal problemdjur står för mer än 50% av de
somatiska cellerna i bulktanken, speciellt i små hjordar. Det
skall noteras att djur med hög mjölkproduktion och medelhöga
SCC-nivåer kan ha en signifikant högre procentandel av SCC-
bidrag till tankresultatet än några kor med höga SCC-värden
15 med låg mjölkproduktion. För mjölk av hög kvalitet ska SCC
vara lägre än 200 000 celler/ml. Acceptabel mjölk har SCC-
värden från 200 000 till 500 000 celler/ml. För infekterade
djur är SCC-värdena mellan 600 000 och 1,2 miljoner celler/ml.

20 När ett djur i hjorden blir infekterat av smittsamma patogena
organismer noteras en snabb nedgång i mjölkproduktion inom två
till tre dagar. En hög bakterienivå i ett djur orsakar en ökad
nivå av somatiska celler i mjölk. En ökad nivå av somatiska
celler i mjölk leder till mjölkprodukter av sämre kvalitet,
25 vilka är svårare att förädla.

De förebyggande åtgärderna vid mjölkning är mindre effektiva,
speciellt när mastitis är i en subklinisk fas och det inte
finns några synliga tecken på sjukdomen. Speciella
30 ansträngningar måste göras vid varje mjölkning för att upptäcka
subklinisk mastitis hos individuella djur.

SCC kan mätas med CMT (California Mastitis Test) genom att
använda skillnaden i omfattning av aggregationsreaktion,

beroende på antalet somatiska celler, när en ytaktiv substans tillsätts mjölken. Eftersom även en BTB-reagens innefattas för pH-mätningar, används den som ett utvärderingsindex för mastitis genom utnyttjandet av det faktum att ökad vaskulär permeabilitet och en accelererande sammandrabbning mellan leukocyter och bakterier vid mastitis resulterar i ökad mängd salter, såsom natriumklorid och kaliumklorid, i mjölken, vilket ger en högre alkalinitet och orsakar en färgförändring från gult till grönt och sedan till blått. Fördelen med denna mätning är att den kan utföras av vem som helst, den kan vanligtvis skilja mellan närvaro och frånvaro av mastitis, och det är ett extremt billigt förfarande. Nackdelarna med CMT är att diagnos är svår tills reaktionen har inträffat, innefattande sammandrabbningen mellan leukocyter och bakterierna, eller efter att vaskulär permeabilitet har främjats, och att diagnos beror på subjektivt mänskligt omdöme. Därför kan denna metod endast fungera som ett approximativt diagnosförfarande. Diagnos har varit speciellt svår i fall där mjölkens antal somatiska celler är 300 000/ml eller färre. Förfarandet är således inte lämpligt att automatisera.

Mätning av CL-aktivitet (CL = chemiluminescence, kemisk luminescens) har också använts för att bestämma SCC, se t.ex. US 6,297,045. Ett besläktat förfarande är att tillsätta en fluorescerande tillsats till mjölken, som absorberas av cellerna. Genom att belysa mjölken med ett ljus med en speciell våglängd kommer cellerna att emittera ett fluorescerande ljus med en annan karaktäristisk våglängd. Med ett lämpligt filter, som filtrerar ut ljus med den karaktäristiska våglängden, kan antalet celler räknas.

Ett sådant tillvägagångssätt kräver att mjölkprover tas, att en lämplig mängd fluorescerande tillsats tillsätts och blandas med mjölken, och att speciella ljuskällor och filter används. Detta

är ett arbetskrävande och kostsamt förfarande. Om förfarandet automatiseras i ett mjölkkningsrobotsystem måste speciella åtgärder vidtas för att erhålla och separera små mängder mjölk, som är representativa för mjölken från en ko eller ett kojuver.

5 Mastitis kan alternativt upptäckas genom mätningar av förändringar av den elektriska konduktiviteten hos mjölken, eftersom jonkoncentration och således elektrisk konduktivitet i mastitissmittad mjölk är högre än i normal mjölk. Elektrisk
10 konduktivitet mäts generellt med en likströms- eller växelströmskrets som har en sond placerad i mjölkflödet. Den känsligaste delen av denna online-metod är sonden. Sonden innefattar vanligtvis två elektroder, till vilka en lik- eller växelström levereras för att skapa en elektrisk krets genom
15 mjölken. Mjölakens konduktivitet bestäms genom mätningar av strömvariationer i strömkretsanordningen som innefattar sonden. Avläsningarna är dock ofta inexakta beroende på avsättningar på elektroderna av kolloidala ämnen från mjölken, och också på grund av polarisering. Polarisering inträffar eftersom en del
20 av de joner som migrerar mot elektroderna inte neutraliseras och följaktligen skapas en offsetström, eller läckström mellan elektroderna. Närvaron av läckströmmen ger upphov till inexakta konduktivitetsavläsningar. Olika aspekter på mjölkkonduktivitetsmätningar har patenterats, se t.ex. U.S.
25 patenten med nummer 3,762,371; 5,416,417; 5,302,903; 6,307,362 B1; och 6,378,455 B1.

Konduktometri har nackdelar på så vis att den är beroende av förändringar orsakade av inflammationsreaktion efter det att
30 bakterier invaderar och kommer i konflikt med leukocyterna, och är därför olämplig för diagnos i de initiala faserna av mastitis, eftersom den har dåliga möjligheter till reproducering beroende på påtagliga skillnader i elektrolytkomponenter och koncentrationer i olika spenar eller

kor även med normal mjölk, så att diagnos med enbart denna diagnosmetod är riskabel.

5 Ett annat möjligt problem vid användning av
konduktivitetmätningar för att upptäcka mastitis är att
mjölkens konduktivitet är starkt beroende på
mjölkkningsintervallen, se *Influence of different milking
intervals on electrical conductivity before alveolar milk
ejection in cows*, K. Barth och H. Worstorff, *Milchwissenschaft*
10 55(7), 2000, sid. 363. Således måste hänsyn tas till
mjölkkningsintervallen om inte tiderna är så fasta som vid
konventionella mjölkningssystem.

Uppfinningen i sammandrag

15 Ett allmänt syfte med föreliggande uppfinning är således att
tillhandahålla ett förfarande respektive en anordning, för att
räkna somatiska celler eller små fettdroppar i mjölk online
under mjölkning med ett automatiserat mjölkningssystem, som
20 saknar nackdelarna och begränsningarna förknippade med
tidigare känd teknik som beskrivits ovan.

Ett särskilt syfte med föreliggande uppfinning är att
tillhandahålla ett sådant förfarande och en sådan anordning,
25 som är helt automatiska och tillhandahåller ett räknevärde för
somatiska celler eller små fettdroppar.

Ytterligare ett syfte med föreliggande uppfinning är att
tillhandahålla ett sådant förfarande och en sådan anordning,
30 som räknar somatiska celler eller små fettdroppar direkt i en
mjölkledning i det automatiserade mjölkningssystemet.

Ännu ett syfte med föreliggande uppfinning är att
tillhandahålla ett sådant förfarande och en sådan anordning,

som har möjligheter att skapa ett separat somatiskt räknevärde eller räknevärde för små fettdroppar för varje juverfjärdedel hos en ko.

5 Ytterligare ett syfte med föreliggande uppfinning är att tillhandahålla ett sådant förfarande och en sådan anordning, som är pålitlig, flexibel, tämligen billig och relativt enkel att implementera.

10 Dessa och andra syften uppnås, enligt föreliggande uppfinning, medelst förfaranden och anordningar enligt de bifogade patentkraven.

15 Ytterligare särdrag hos och fördelar med uppfinningen framgår nedan av den detaljerade beskrivningen av föredragna utföringsformer av uppfinningen, vilka visas i de bifogade figurerna 1-6, som endast är åskådliggörande och således inte begränsande för uppfinningen.

20 Kortfattad beskrivning av ritningarna

Fig. 1 visar schematiskt, i perspektivvy, huvudbeståndsdelar hos en mjölkningsrobot försedd med en anordning för att räkna somatiska celler eller små fettdroppar i mjölk online under
25 mjölkningen enligt en generell utföringsform av föreliggande uppfinning.

Fig. 2-3 visar schematiskt, i tvärsnittsvy ovanifrån och från sidan, en anordning för att räkna somatiska celler eller små
30 fettdroppar i mjölk online enligt en speciell utföringsform av föreliggande uppfinning.

Fig. 4-6 visar tre exempel på tvådimensionella digitala avbildningar som har registrerats av anordningen i Fig. 2-3 under räknandet av somatiska celler eller små fettdroppar.

5 **Detaljerad beskrivning av föredragna utföringsformer**

Fig.1 visar några av huvudbeståndsdelarna av en mjölkkningsrobot. Mjölkkningsroboten innefattar fyra spenkoppar 11, av vilka endast en visas för enkelhets skull. Varje spenkopp 11 är förbunden med en respektive mjölkslang 13, vilken i sin tur är förbunden med en slutenhet 15 via en respektive ventil eller regulator 17, en respektive mjölkledning 18, en respektive flödesmätare 19 och en vanlig mjölmätare 21. Slutenheten är förbunden med en vakuumkälla 15 (ej visad) via en mjölk-/luftseparator och en vakuumförsörjningsledning 23.

Under mjölkningen av ett mjölkdjurs spenar, appliceras spenkopparna på en kos spenar typiskt av en robotarm (ej visad) och vakuum tillhandahålls till slutenheten 15 via vakuumförsörjningsledningen 23 för att suga mjölk från kons spenar, genom mjölkledningarna 13 och in i slutenheten 15. Ventilerna eller regulatorerna 17 kan användas för att styra de individuella vakuumnivåerna i spenkopparna 11. Mjölken från varje juverfjärdedel hos en ko mäts individuellt av flödesmätarna 19, varefter mjölkens massa mäts av den vanliga mjölmätaren 21. Slutligen uppsamlas mjölken i slutenheten 15 och luften sugs ut genom ledningen 23.

30 Vidare innefattar mjölkroboten ett pump- och regulatorsystem 27 för att pumpa mjölken till t.ex. en större mjöklagringstank (ej visad) via en 29 av ett flertal utgående mjölkledningar 29, 31 förbundna med slutenheten. En annan utgående mjölkledning 31 kan användas för att kassera mjölk

från mjölkningen av en ko, för att pumpa mjölk till en annan tank (ej visad) eller för att pumpa mjölk till en utfodringsanordning för att utfodra kalvar.

- 5 Mjölkningsroboten är med fördel ansluten till en datorbaserad behandlings- och styranordning 35, som är ansvarig för behandling och styrning av mjölkningsroboten, och innefattar typiskt en mikrodator, lämplig mjukvara och en databas innefattande information om alla kor som mjölkas av
10 mjölkningsroboten, såsom t.ex. när respektive ko senast mjölkades, när den senast utfodrades, dess mjölkproduktion, dess hälsa etc.

- I syfte att identifiera kor som har förhöjda SCC-värden, t.ex.
15 för att behandla eller övervaka dessa kor, eller för att styra deras mjölk så att den inte blandas med mjölk från friska kor eller kor med låga SCC-värden, tillhandahåller föreliggande uppfinning en förbättrad teknik för att räkna somatiska celler i mjölk on-line under mjölkning.

- 20 En uppfinningsenlig anordning för att räkna somatiska celler eller små fettdroppar i mjölk online under mjölkning, schematiskt visad med hänvisningsnummer 33 i Fig. 1, innefattar allmänt en platt eller grund mätkammare, en
25 ljuskälla, ett tvådimensionellt kamerasystem innefattande ett linssystem, företrädesvis ett mikroskop, och ett digitalt bildbehandlingssystem. I Fig. 2-3 visas i detalj en speciell utföringsform av anordningen, vilken kommer att beskrivas vidare nedan.

- 30 Den platta mätkammaren anordnas så att åtminstone en del av mjölken som sugas från spenarna hos en ko, genom mjölkledningarna 13 in i slutenheten 15, strömmar genom mätkammaren. Ljuskällan är inrättad att belysa mjölk som

strömmar genom den platta mätkammaren, och det tvådimensionella kamerasytemet är inrättat att upprepade gånger registrera tvådimensionella digitala avbildningar av den belysta mjölken som strömmar genom den platta mätkammaren.

- 5 Kamerauppställningen och linssystemet är inrättat så att ett ganska litet avbildningsområde registreras, men med hög förstoringsgrad. En spatial upplösning bättre än ca 5 mikroner i de tvådimensionella digitala avbildningarna är föredragen. Slutligen är det digitala bildbehandlingssystemet inrättat att
- 10 bestämma, t.ex. genom användning av neurala nätverk, ett räknevärde för somatiska celler eller små fettdroppar, från de tvådimensionella avbildningarna.

- Företrädesvis implementeras det digitala
- 15 bildbehandlingssystemet i behandlings- och styranordningen 35.

- Den platta mätkammaren kan anordnas i en separat ledning, tillhandahållen för att leda iväg en del av mjölken från en eller flera av mjölkledningarna 18. Valfritt förs mjölken
- 20 tillbaka till mjölkledningen/mjölkledningarna 18 eller förs den till slutenheten 15, efter att ha passerat den platta mätkammaren. Med fördel anordnas emellertid den platta mätkammaren inuti en av mjölkledningarna 18.

- 25 En sådan lösning antas av den speciella utföringsformen av anordningen som visas i Fig. 2-3. En mätcell innefattar ett övre och ett undre cellblock 37, 39, vilka när de sätts ihop med varandra, på ett vätsketätt vis, medelst fyra bultar 41, eller liknande, skapar en mjölkpassage 43 från vänster till
- 30 höger. Passagen 43 har företrädesvis en cirkulär tvärsnittsyta, såsom visas. Mätcellen är monterad i en av mjölkledningarna 18 så att mjölk strömmar genom passagen 43 såsom visas med pilar 44. Alternativt utformas cellblocken för

att skapa en mjölkpassage med annan tvärsnittsform, t.ex. kvadratisk eller rektangulär.

- Vidare är mätcellens nedre block 39 försett med ett
- 5 huvudsakligen vertikalt genomgående hål 45. Det nedre blockets 39 yta, vilken tillsammans med en motsvarande yta på det övre cellblocket 37, skapar passagen 43, är utformad att vara plan inom större delen av ett givet område.
- 10 En ljustransparent platta 48, anpassad för det plana området, är fastlimmad på det nedre cellblocket 39 på ett vätsketätt vis. Läget för det nedre cellblockets 39 plana ytområde väljs så att plattans 48 övre yta är i nivå med den lägsta delen av
- 15 cellblockets 39 passageyta inom det givna området, men utanför det plana ytområdet, kan utformas så att en mjuk övergång till det nedre cellblockets 39 passageyta, utanför det givna området, erhålls. Genom att tillhandahålla mjuka ytor inuti mätcellen undviks fickor där mjölk kan ansamlas. Storleken på
- 20 hålet 45 väljs så att framdelen av ett tvådimensionellt kamerasystem 51, t.ex. ett CCD-baserat system, tillhandahållet med ett linssystem 49, företrädesvis ett mikroskop för förstoring, kan föras in i hålet 45 såsom visas.
- 25 Mätcellens övre block 37 är försedd med ett huvudsakligen vertikalt genomgående hål 53, företrädesvis mindre än hålet 45, och inriktat i linje med hålet 45. En stav 55 är avpassad att föras in i det genomgående hålet 53 så att en plan ändyta 55a av staven 55 placeras i nämnda passage 43, mittemot och
- 30 parallell med plattan 48. Staven 55 är tätt inpassad i det genomgående hålet 53 för att förhindra mjölk från att läcka ut genom hålet 53, och är flyttbar i en vertikal riktning såsom visas med pil 57.

Den platta mätkammaren 59 definieras av utrymmet mellan plattan 48 och stavens 55 plana ändyta 55a. Den platta mätkammaren 59 är således öppen i riktningar parallella med plattan 48 och ytan 55a och vinkelrät mot den allmänna flödesriktningen av mjölk, såsom visas med pilarna 44.

Under SCC-mätningar är mätkammarens 59 tjocklek t , dvs. dimensionen av mätkammaren 59 i en riktning parallell med kamerasytemets 51 optiska axel 61, företrädesvis mindre än ca 100 mikroner, ännu hellre mindre än ca 50 mikroner och allra helst mindre än ca 10 mikroner. Det är viktigt att erhålla ett skärpedjup och fokus hos kamerasytemet 51 så att avbildningarna har skärpa, och för att minska sannolikheten att celler "gömmar sig" bakom en avbildad cell. Sådana celler kommer uppenbarligen inte att räknas.

Staven 55 är företrädesvis ljustransparent för att tillåta belysning av mjölken, som strömmar genom den platta mätkammaren 59, med en ljuskälla, schematiskt visad med 63, genom staven 55. Det skall givetvis inses av en fackman att andra belysningstekniker kan användas, innefattande bl.a. spegel- och stråldelningsanordningar. Mjölk i den platta mätkammaren 59 kan belysas ovanifrån såsom visas eller underifrån, dvs. från kamerasytemets 51 sida. I det senare fallet kan stavens 55 ändyta 55a vara ljusreflekterande.

Generellt registreras ljus som transmitterats genom mjölk i mätkammaren av kamerasytemet. Alternativt eller dessutom registreras ljus som reflekterats av mjölk i mätkammaren. Vidare kan orienteringen av mätkammaren 59 och kamerasytemet 51 vara annorlunda än vad som visas i Fig. 2-3.

Mjölk sugas genom ledningarna 18 oregelbundet och blandas med luft. Således är det speciellt fördelaktigt att anordna mätkammaren 59 i passagens allra understa del eftersom det är mest sannolikt att mjölk kommer att passera där beroende på

gravitation. För att försäkra sig om att mjölk inte stockas i mätkammaren 59, kan staven roteras runt axeln 61 kontinuerligt under mätningarna, såsom visas med pil 65. Staven kan förflyttas vertikalt och roteras automatiskt medelst en motor (ej visad) förbunden med behandlings- och styranordningen 35.

Kamerasystemet 51 är företrädesvis försett med ett mikroskop eller ett tele/makrofotolinssystem 49 för att registrera starkt förstörade tvådimensionella avbildningar. Företrädesvis tillhandahåller kamerasystemet 51 en spatial upplösning av de tvådimensionella avbildningarna som är bättre än 2 mikroner, ännu hellre bättre än ca 1 mikron och allra helst bättre än ca 0,5 mikron. Som ett resultat därav registreras väldigt små områden och förmodligen måste ett mycket stort antal avbildningar registreras för att tillhandahålla noggranna och precisa SCC-resultat.

I Fig. 4-6 visas tre olika tvådimensionella avbildningar som registrerats av SCC-mätanordningen enligt föreliggande uppfinnings principer, men uppställd i en laboriemiljö.

På den första avbildningen (Fig. 4) är bara små fettdroppar synliga, medan på den andra och tredje avbildningen (Fig. 5-6) identifieras flera somatiska celler bland ett stort antal små fettdroppar (de somatiska cellerna indikeras med pilarna). Som man kan se i Fig. 5-6 ser de somatiska cellerna rätt så annorlunda ut än de små fettdropparna och dessa skillnader används av det digitala bildbehandlingssystemet för att särskilja de olika partiklarna på avbildningarna. Generellt innefattar den digitala bildbehandlingen som används analys av antal, storlek, form, uppbyggnad, morfologisk struktur, densitet och/eller sammansättning av partiklarna funna i varje avbildning, vilket visas genom reflektions- och/eller transmissionsegenskaper hos partiklarna, som återfunnits på de

registrerade avbildningarna. Företrädesvis använder bildbehandlingssystemet neurala nätverk.

5 Om man använder en 600x400 pixel CCD-kamera försedd med ett mikroskop för att registrera avbildningar som täcker en yta av 0.3x0.2 mm² uppskattas avbildningens spatiala upplösning vara ca 0,5 mikroner. Om man använder en mätkammare med en tjocklek av ca 0,1 mm kommer varje avbildad provvolym uppgå till 0.6x10⁻⁶ ml. Således om man antar ett SCC-resultat på 1 miljon 10 celler/ml, vilket kan vara ett typiskt resultat för en infekterad ko, kommer endast i genomsnitt 0,6 celler/bild att återfinnas på varje bild. Genom att registrera ett stort antal, t.ex. tusentals, avbildningar och medelst digital bildbehandling av dessa avbildningar kan ett räknevärde för 15 somatiska celler fastställas.

De somatiska cellerna är vid vissa tillfällen, t.ex. när mjölken är mastitisk, övervägande vita blodkroppar, och således kan räknevärdet för somatiska celler vara ett 20 räknevärde för vita blodkroppar. Vid andra tillfällen, t.ex. för friska djur som har naturligt höga SCC-resultat, är antalet epitelceller högre. Vid ytterligare andra tillfällen, t.ex. i fall av allvarlig sjukdom eller skada, kan antalet röda blodkroppar beräknas.

25 Från antal och storlek av små fettdroppar på avbildningarna kan genom bildbehandling även ett fettinnehåll bestämmas.

Under det att den speciella utföringsformen av SCC- 30 måtanordningen har beskrivits som monterad i en av mjölkledningarna 18, och således mäter SCC i en enda juverfjärdedel, kan den förbindas nedströms den punkt där mjölk från juverfjärdedeln blandas. Till exempel i en mjölkkningsmaskin där spenkopparna är förbundna med en enkel

- 5 mjölkledning via en spenkoppscentral (uppströms slutenheten), kan SCC-mätanordningen vara lokaliserad i denna enkla mjölkledning. Eftersom mastitis ofta börjar i en eller möjligen två juverfjärdedelar är detta emellertid inte den mest föredragna lösningen eftersom detekteringskänsligheten för mastitis minskas när mjölk från infekterade juverfjärdedelar blandas med mjölk från friska juverfjärdedelar innan SCC-mätningarna äger rum.
- 10 Den mest flexibla lösningen är att ha en mätcell monterad i var och en av robotens (i Fig. 1) mjölkledningar 18, och sedan tillhandahålla en ljuskälla och ett kamerasystem för varje mätcell, eller tillhandahålla en enda ljuskälla eller kamerasystem som växelvis används för SCC-mätningar av mjölk
- 15 som strömmar genom de olika mätcellerna. Sedan kan SCC-resultaten för de olika juverfjärdedelarna jämföras för att erhålla en väldigt känslig detektering av mastitis eller ökade SCC-värden i mjölk från individuella juverfjärdedelar.
- 20 Det skall vidare givetvis inses att genom att implementera den ovan identifierade flexibla lösning i en mjölkkningsrobot med fyra slutenheter - en för varje juverfjärdedel - kan mjölk transporteras och tas om hand på en individuell juverfjärdedelsbasis, t.ex. mjölk från juverfjärdedelar
- 25 som har låga SCC-resultat uppsamlas i en tank och mjölk från juverfjärdedelar som höga låga SCC-resultat kan uppsamlas i en annan tank.
- 30 Det skall också vidare givetvis inses av en fackman att föreliggande uppfinning kan implementeras i praktiskt taget vilket automatiserat eller halvautomatiserat mjölkkningsystem som helst.

PATENTKRAV

1. Förfarande för att räkna celler eller små fettdroppar i mjölk online under mjölkning av ett mjölkdjur, k ä n n e -
5 t e c k n a t a v s t e g e n a t t :

- åtminstone en del av mjölken som erhålls under nämnda mjölkning av nämnda mjölkdjur fås att strömma genom en mätkammare (59),
10

- mjölk som strömmar genom nämnda mätkammare belyses,

- tvådimensionella, digitala avbildningar av den belysta mjölken, som strömmar genom nämnda mätkammare, registreras
15 upprepade gånger, varvid nämnda tvådimensionella digitala avbildningar registreras genom ett linssystem (49);
företrädesvis ett mikroskop, och

- ett räknevärde för somatiska celler eller små fettdroppar
20 bestäms från nämnda tvådimensionella avbildningar medelst digital bildbehandling.

2. Förfarande enligt patentkrav 1, varvid nämnda åtminstone en del av mjölken som fås att strömma genom nämnda mätkammare
25 (59) är fri från toxiska tillsatser.

3. Förfarande enligt patentkrav 1, varvid nämnda åtminstone en del av mjölken som fås att strömma genom nämnda mätkammare
(59) är ren, naturlig mjölk, valfritt blandad med luft, men
30 fri från kemiska tillsatser.

4. Förfarande enligt något av patentkraven 1-3, varvid nämnda upprepade registreringar av tvådimensionella digitala avbildningar utförs för att erhålla en spatial upplösning av

nämnda tvådimensionella digitala avbildningar som är bättre än ca 5 mikroner, företrädesvis bättre än ca 2 mikroner, ännu hellre bättre än ca 1 mikron och allra helst bättre än ca 0,5 mikroner.

5

5. Förfarande enligt något av patentkraven 1-4, varvid nämnda mätkammare har en dimension (t) mindre än ca 100 mikroner, företrädesvis mindre än ca 50 mikroner och ännu hellre mindre än ca 10 mikroner, i en riktning parallell med nämnda
10 linssystem optiska axel (61) under nämnda upprepade registreringar.

6. Förfarande enligt något av patentkraven 1-5, varvid nämnda digitala bildbehandling innefattar analys av partiklar funna i
15 varje bild avseende antal, form, storlek, struktur, densitet och eller uppbyggnad, vilket visas genom partiklarnas reflektions- och/eller genomsläpplighetsegenskaper, som registreras spatialt upplöst av nämnda kamerasystem.

20 7. Förfarande enligt något av patentkraven 1-6, varvid nämnda digitala bildbehandling innefattar användning av neurala nätverk.

25 8. Förfarande enligt något av patentkraven 1-7, varvid nämnda åtminstone en del av mjölken, som fås att strömma genom nämnda mätkammare, leds iväg från en mjölkledning (13) i en mjölkkningsmaskin, som används för att uppsamla mjölken som erhålls under nämnda mjölkning av nämnda mjölkdjur.

30 9. Förfarande enligt patentkrav 8, varvid nämnda åtminstone en del av nämnda mjölk, som leds iväg från nämnda mjölkledning, förs tillbaka till nämnda mjölkledning eller förs till en mjölkuppsamlingsbehållare efter att ha strömmat genom nämnda mätkammare.

10. Förfarande enligt något av patentkraven 1-7, varvid nämnda åtminstone en del av nämnda mjölk fås att strömma genom nämnda mätkammare (59) inuti en mjölkledning (13) i en mjölkmaskin, som används för att uppsamla mjölken som erhålls under nämnda mjölkning av nämnda mjölkdjur.

11. Förfarande enligt något av patentkraven 1-10, varvid nämnda mjölkning av nämnda mjölkdjur utförs av ett automatiserat eller halvautomatiserat mjölkningssystem, vilket innefattar ett flertal spenkoppar (11), var och en förbunden med en respektive mjölkledning (13), varvid mjölkledningarna i sin tur är förbundna med en behållare (15) via en spenkoppscentral och en enkel mjölkledning, varvid nämnda flertal spenkoppar appliceras vid mjölkdjurens spenar under mjölkningen av nämnda mjölkdjurs spenar och vakuum (23) tillförs nämnda behållare, för att suga mjölk genom nämnda mjölkledningar, nämnda spenkoppscentral och nämnda enkla mjölkledning in i nämnda behållare.

12. Förfarande enligt något av patentkraven 1-10, varvid nämnda mjölkning av nämnda mjölkdjur utförs av ett automatiserat eller halvautomatiserat mjölkningssystem, vilket innefattar ett flertal spenkoppar (11), var och en förbunden med en respektive mjölkledning (13), varvid mjölkledningarna i sin tur är förbundna med en behållare (15), varvid nämnda flertal spenkoppar appliceras vid mjölkdjurens spenar under mjölkningen av nämnda mjölkdjurs spenar och vakuum (23) tillförs nämnda behållare, för att suga mjölk genom nämnda mjölkledningar, in i nämnda behållare, varvid mjölken sugas i separata mjölkledningar (13) hela vägen till nämnda behållare.

13. Förfarande enligt något av patentkraven 1-12, varvid nämnda räknevärde för somatiska celler eller små fettdroppar är ett räknevärde för vita blodkroppar.

5 14. Förfarande enligt något av patentkraven 1-13, varvid nämnda behållare är försedd med ett flertal utgående mjölkledningar (29, 31) och nämnda mjölk som sugs genom mjölkledningarna in i nämnda behållare, förs ut genom en av
10 nämnda flertal utgående mjölkledningar beroende på nämnda räknevärde för somatiska celler eller små fettdroppar.

15. Förfarande enligt något av patentkraven 1-14, varvid ett fettinnehåll beräknas utifrån nämnda tvådimensionella
15 avbildningar medelst nämnda digitala bildbehandling.

16. Förfarande enligt patentkrav 15, varvid nämnda fettinnehåll beräknas utifrån antal och storlek av små fettdroppar i nämnda tvådimensionella avbildningar.

20 17. Förfarande enligt patentkrav 12, varvid

- en mätkammare (59) tillhandahålls i varje mjölkledning,
- åtminstone en del av mjölken som sugs genom respektive
25 mjölkledning passerar genom respektive mätkammare,
- mjölk som strömmar genom respektive mätkammare belyses,
- tvådimensionella, digitala avbildningar av belyst mjölk, som
30 strömmar genom respektive mätkammare registreras upprepade gånger, varvid nämnda tvådimensionella digitala avbildningar registreras genom ett linssystem för att erhålla en spatial upplösning bättre än ca 5 mikroner hos nämnda tvådimensionella avbildningar, och

- ett räknevärde för somatiska celler eller små fettdroppar hos mjölk som sugs genom respektive mjölkledning bestäms från nämnda tvådimensionella avbildningar medelst digital bildbehandling.

18. Anordning för att räkna celler eller små fettdroppar i mjölk online under mjölkning av ett mjölkdjur, kännetecknad av:

- en mätkammare (59), genom vilken mjölken, som erhålls under nämnda mjölkning av nämnda mjölkdjur, fås att strömma,

- ett ljussystem (63) för att belysa mjölken som strömmar genom nämnda mätkammare,

- ett tvådimensionellt kamerasystem (51) innefattande ett linssystem (49), företrädesvis ett mikroskop, för att upprepade gånger registrera tvådimensionella digitala avbildningar av belyst mjölk som strömmar genom nämnda mätkammare, varvid nämnda tvådimensionella digitala avbildningar registreras genom nämnda linssystem, och

- ett digitalt bildbehandlingssystem (35) för att bestämma ett räknevärde för somatiska celler eller små fettdroppar från nämnda tvådimensionella avbildningar.

19. Anordning enligt patentkrav 18, varvid nämnda åtminstone en del av mjölken som fås att strömma genom nämnda mätkammare (59) är fri från toxiska tillsatser.

20. Anordning enligt patentkrav 18, varvid nämnda åtminstone en del av mjölken som fås att strömma genom nämnda mätkammare

(59) är ren, naturlig mjölk, valfritt blandad med luft, men fri från kemiska tillsatser.

5 21. Anordning enligt något av patentkraven 18-20, varvid nämnda tvådimensionella kamerasytem tillhandahåller en spatial upplösning av nämnda tvådimensionella digitala avbildningar som är bättre än ca 5 mikroner, företrädesvis bättre än ca 2 mikroner, ännu hellre bättre än ca 1 mikron och allra helst bättre än ca 0,5 mikroner.

10

22. Anordning enligt något av patentkraven 18-21, varvid nämnda mätkammare har en dimension (t) mindre än ca 100 mikroner, företrädesvis mindre än ca 50 mikroner och ännu hellre mindre än ca 10 mikroner, i en riktning parallell med
15 nämnda linssystemens optiska axel (61) under nämnda upprepade registreringar.

23. Anordning enligt något av patentkraven 18-22, varvid nämnda digitala bildbehandlingssystem är inrättat att
20 analysera partiklar funna i varje bild avseende antal, form, storlek, struktur, densitet och/eller uppbyggnad, vilket visas genom partiklarnas reflektions- och/eller genomsläpplighetsegenskaper, som registreras spatialt upplöst av nämnda kamerasytem.

25

24. Anordning enligt något av patentkraven 18-23, varvid nämnda digitala bildbehandlingssystem är inrättat att använda neurala nätverk vid bestämningen av räknevärde för somatiska celler eller små fettdroppar från nämnda tvådimensionella
30 avbildningar.

25. Anordning enligt något av patentkraven 18-24, varvid

- nämnda mjölkning av nämnda mjölkdjur utförs av ett automatiserat eller halvautomatiserat mjölkningssystem, vilket innefattar ett flertal spenkoppar (11), var och en förbunden med en respektive mjölkledning (13), varvid mjölkledningarna i sin tur är förbundna med en behållare (15), varvid nämnda flertal spenkoppar appliceras vid mjölkdjurens spenar under mjölkningen av nämnda mjölkdjurs spenar, och vakuum (23) tillförs nämnda behållare, för att suga mjölk genom nämnda mjölkledningar in i nämnda behållare, och

- nämnda mätkammare (59), genom vilken nämnda åtminstone en del av nämnda mjölk fås att strömma, anordnas inuti en av nämnda mjölkledningar (13).

26. Anordning enligt patentkrav 25, varvid nämnda mätkammare definieras av en ljustransparent platta (48) monterad i väggen av nämnda en av nämnda mjölkledningar, genom vilken nämnda tvådimensionella kamerasystem är inrättat att registrera nämnda tvådimensionella avbildningar, och en motsatt lokaliserad, huvudsakligen plan och parallell yta (55a).

27. Anordning enligt patentkrav 26, varvid nämnda mätkammare är öppen i riktningar parallella med nämnda ljustransparenta platta och nämnda huvudsakligen plana yta och vinkelräta mot nämnda åtminstone en del av nämnda mjölks generella flödesriktning (44).

28. Anordning enligt något av patentkraven 26 eller 27, varvid nämnda huvudsakligen plana yta är roterbar (65) runt en axel vinkelrät mot nämnda ljustransparenta platta och nämnda huvudsakligen plana yta.

29. Anordning enligt något av patentkraven 26-28, varvid nämnda huvudsakligen plana yta är en ändyta av en stav (55).

30. Anordning enligt patentkrav 29, varvid nämnda stav är ljustransparent för att tillåta belysning av nämnda mjölk, som strömmar genom nämnda mätkammare, genom nämnda stav.

5

31. Anordning enligt något av patentkraven 25-30, varvid nämnda behållare är försedd med ett flertal utgående mjölkledningar (29, 31), och nämnda anordning vidare innefattar ett pump- och regulatorsystem (27) förbundet med
10 nämnda digitala bildbehandlingssystem (35), för att pumpa nämnda mjölk, som sugits genom mjölkledningarna in i nämnda behållare, ut genom en av nämnda flertal utgående mjölkledningar, beroende på nämnda räknevärde för somatiska celler eller små fettdroppar.

15

32. Anordning enligt något av patentkraven 25-30, varvid

- var och en av nämnda mjölkledningar är försedd med en mätkammare, genom vilken en del av mjölken, som sugits genom
20 respektive mjölkledning, passerar,

- nämnda ljussystem är inrättat att belysa mjölk som strömmar genom var och en av nämnda mätkammare,

25 - nämnda tvådimensionella kamerasystem är inrättat att upprepade gånger registrera tvådimensionella digitala avbildningar av belyst mjölk, som strömmar genom var och en av nämnda mätkammare, och

30 - nämnda digitala bildbehandlingssystem är inrättat att, från nämnda tvådimensionella avbildningar, bestämma ett räknevärde för somatiska celler eller små fettdroppar hos mjölk som sugits genom var och en av nämnda mjölkledningar.

33. Anordning enligt något av patentkraven 18-24, varvid

- nämnda mjölkning av nämnda mjölkdjur utförs av ett automatiserat eller halvautomatiserat mjölkningssystem, vilket
5 innefattar ett flertal spenkoppar (11), var och en förbunden med en respektive mjölkledning (13), varvid mjölkledningarna i sin tur är förbundna med en behållare (15), varvid nämnda flertal spenkoppar appliceras vid mjölkdjurens spenar under mjölkningen av nämnda mjölkdjurs spenar och vakuum (23)
10 tillförs nämnda spenkoppar genom nämnda mjölkledningar för att suga mjölk genom nämnda mjölkledningar,

- var och en av nämnda mjölkledningar är försedd med en mätkammare, genom vilken en del av mjölken, som sugits genom
15 respektive mjölkledning, passerar,

- nämnda ljussystem är inrättat att belysa mjölk som strömmar genom var och en av nämnda mätkammare,

20 - nämnda tvådimensionella kamerasystem är inrättat att upprepade gånger registrera tvådimensionella digitala avbildningar av belyst mjölk, som strömmar genom var och en av nämnda mätkammare,

25 - nämnda digitala bildbehandlingssystem är inrättat att, från nämnda tvådimensionella avbildningar, bestämma ett räknevärde för somatiska celler eller små fettdroppar hos mjölk som sugits genom var och en av nämnda mjölkledningar och

30 - ett styrorgan förbundet med nämnda digitala bildbehandlingssystem för att styra mjölk, som sugits genom var och en av respektive mjölkledningar, in i en av ett flertal utvald behållare, beroende på respektive räknevärde för somatiska celler eller små fettdroppar.

34. En mjölkkningsrobot innefattande flertalet spenkoppar (11),
flertalet mjölkledningar (13), behållaren (15) och anordningen
för att räkna somatiska celler eller små fettdroppar enligt
5 något av patentkraven 18-33.

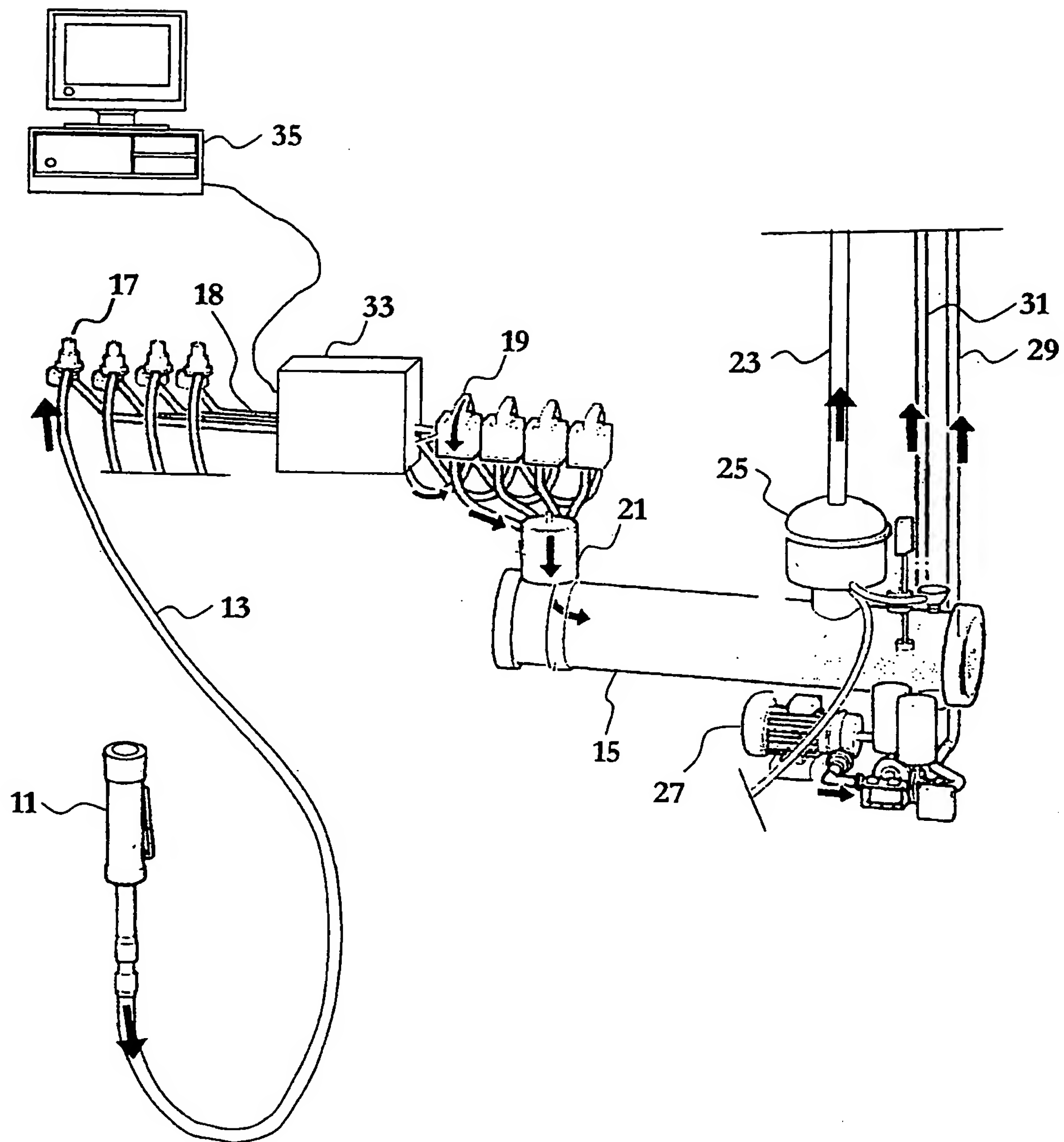


Fig. 1

3/5

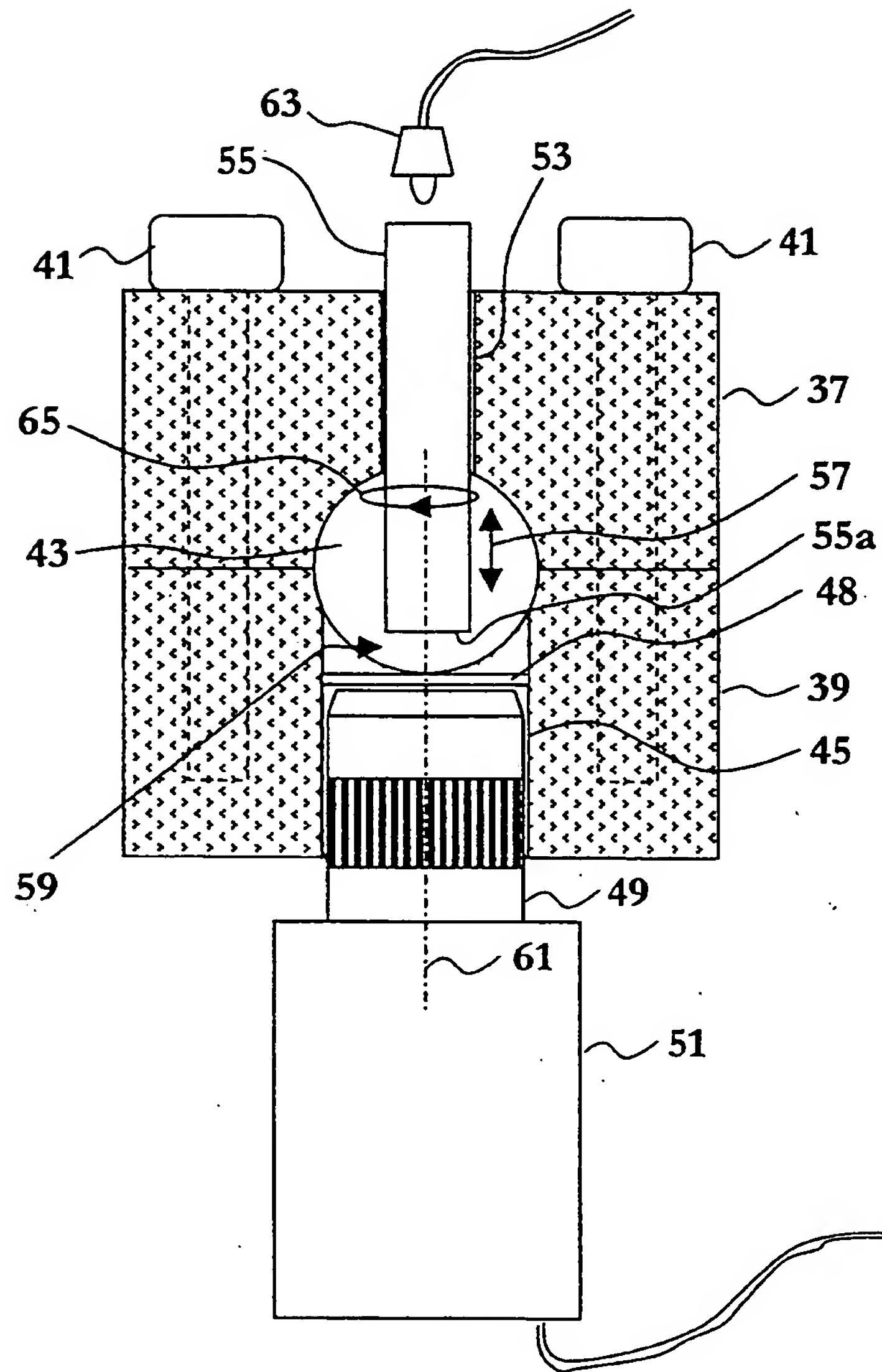


Fig. 3

524 587

PROCESSED

4/5

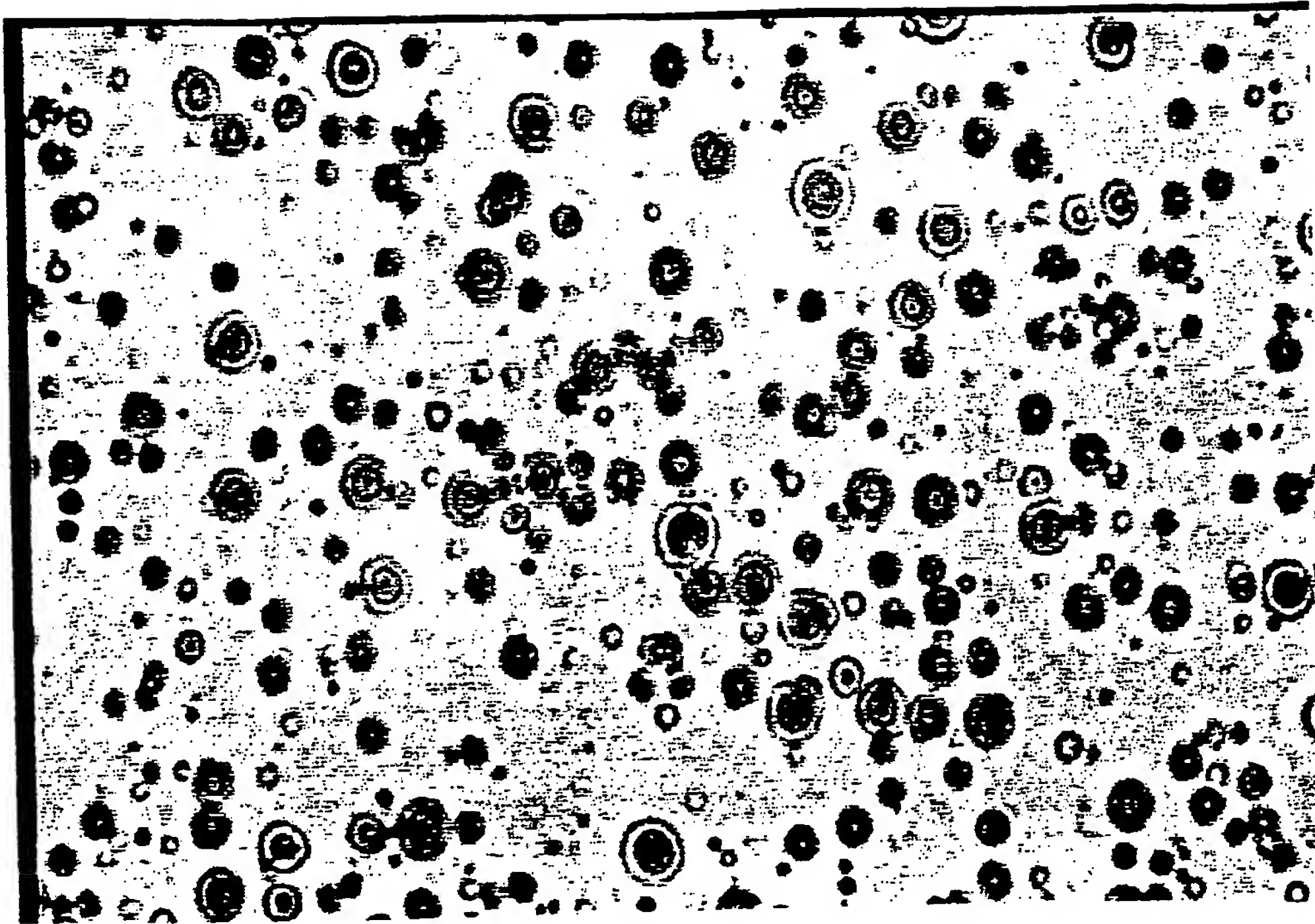


Fig. 4

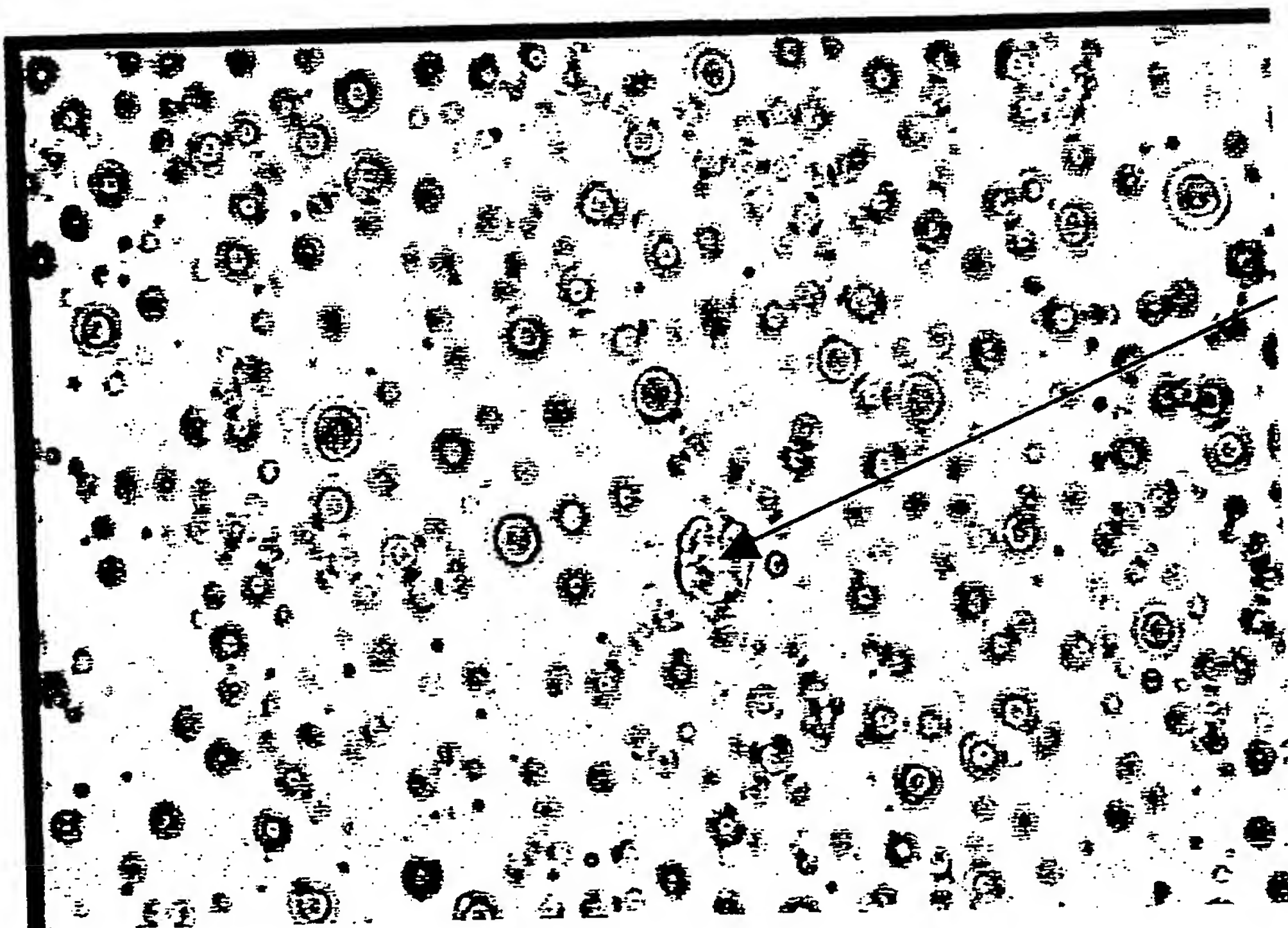


Fig. 5

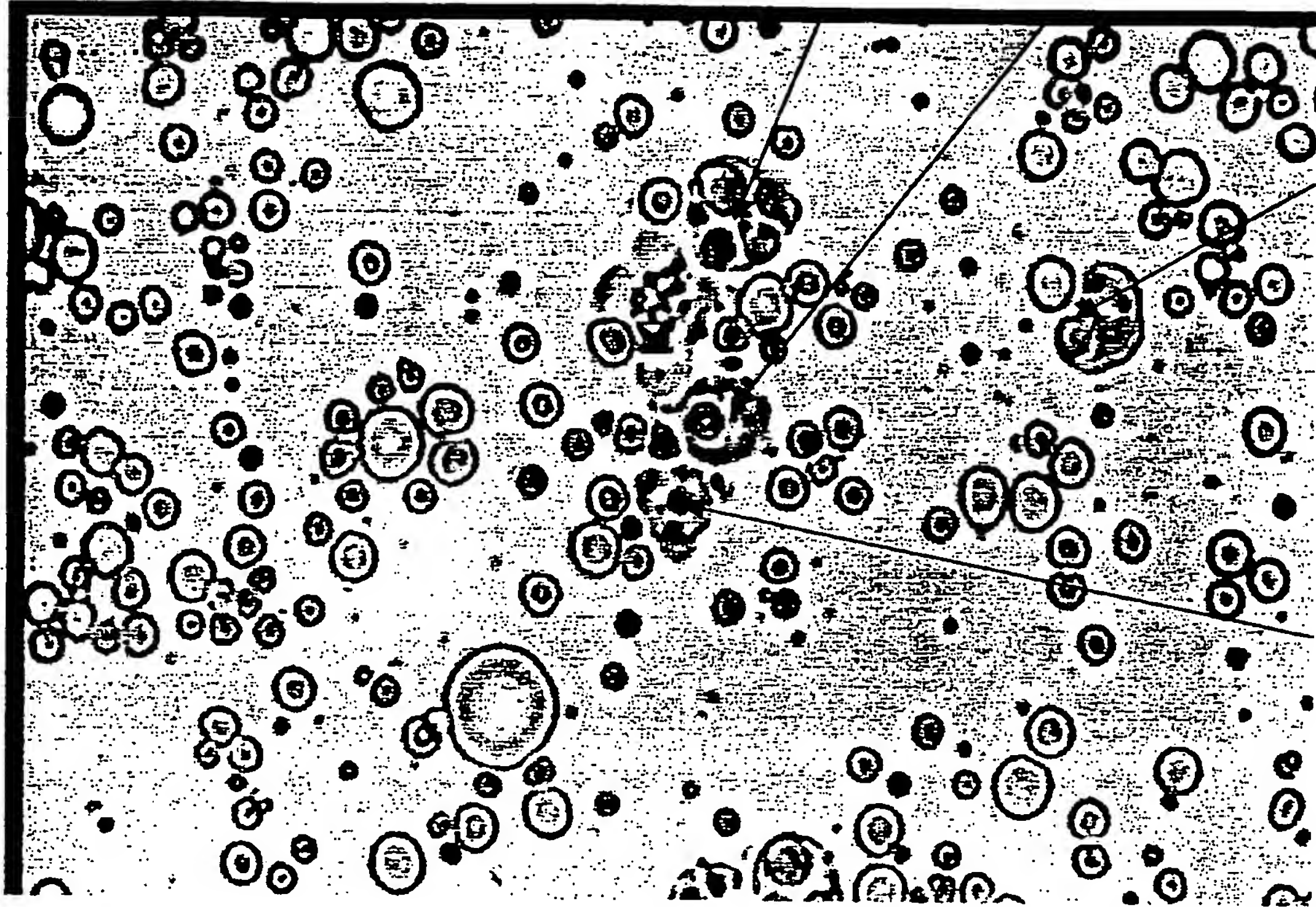


Fig. 6

THIS PAGE LEFT BLANK.